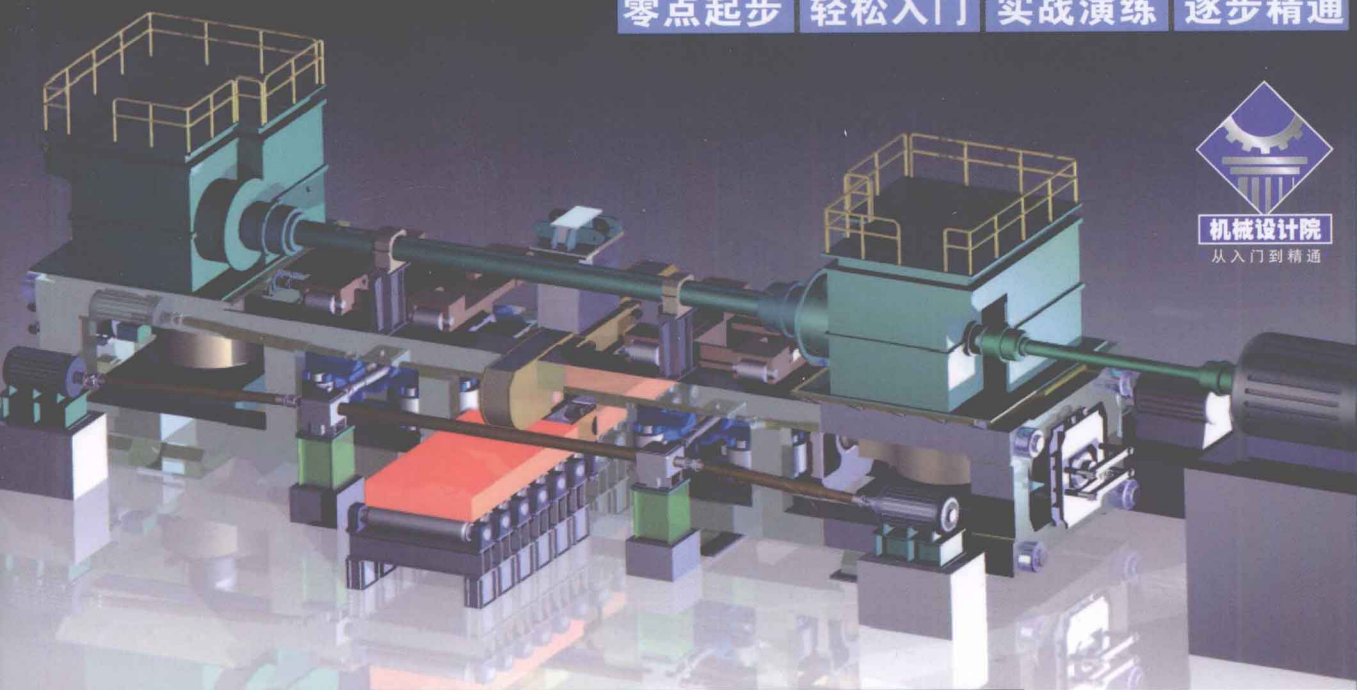


零点起步 轻松入门 实战演练 逐步精通



UG NX8 中文版

从入门 到精通

暴风创新科技 刘伟 编著

213 个案例的模型文件和结果文件。

77 个典型实例教学录像，全程语音讲解。

视频总长达 **495** 分钟。

超值附送 **40** 个案例 PPT 演示文档。

多媒体互动式教学

DVD



UG NX8 中文版

从入门
到精通

 暴风创新科技 刘伟 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

UG NX8中文版从入门到精通 / 刘伟编著. -- 北京 :
人民邮电出版社, 2012.3
(机械设计院·从入门到精通)
ISBN 978-7-115-27423-6

I. ①U… II. ①刘… III. ①机械设计: 计算机辅助
设计—应用软件, UG NX 8 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第006116号

内 容 提 要

本书详细介绍了工业领域的三维设计软件 UG 的最新版本——NX8 的各种常用模块, 内容包括: 认识 UG NX8、UG NX8 基础操作、创建基准、创建草图截面、创建曲线、创建实体、创建曲面、实体与曲面特征操作、编辑特征、零件装配、绘制工程图等最为常用的模块。

全书始终以实例贯穿, 实例都是由一线专业工程师运用多年的经验精心组织与策划的, 深入浅出地介绍了 UG NX8 的操作细节, 让初学者和具有一定 UG 基础的中级读者可以在快速掌握 UG NX8 的操作方法与技巧的同时, 还可以积累一定的实际操作经验。本书在内容安排上由浅入深, 从对软件的认识→基础操作→创建基准……使读者在学习的过程中不会感到吃力, 并且能够不断深入掌握各种新的知识点。

随书附带的光盘包括书中所有实例的图形源文件、最终效果文件, 以及实战演练和综合实例的教学演示录像。

本书可作为广大读者快速掌握 UG NX8 中文版的自学实用指导书, 也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

机械设计院·从入门到精通

UG NX8 中文版从入门到精通

-
- ◆ 编 著 暴风创新科技 刘 伟
责任编辑 俞 彬
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 28.5 彩插: 2
字数: 594 千字 2012 年 3 月第 1 版
印数: 1-3 500 册 2012 年 3 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-27423-6

定价: 49.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

UG 是 CAD/CAE/CAM 领域最具代表性的软件之一，以丰富的模块、强大的功能，广泛应用于航空航天、军工、船舶、汽车、家电、电子、机械、玩具等行业。它可以用于产品造型设计、结构设计、零件装配设计、钣金设计、模具设计、数控编程、设计分析等产品研发领域。

UGS 公司于 2011 年 10 月在亚太地区发布了下一代数字产品开发软件 UG NX8。在使用和功能改进方面，UG NX8 的提高幅度超过了以前任何一个版本，给 UG 用户带来了新的喜悦。UG NX8 提供了一个新的用户界面以及 NX “由你做主” (Your Wary) 自定义功能，从而提高了工作流程效率。UG NX8 把 CAD、CAM 和 CAE 无缝集成到一个统一、开放的环境，提高了产品性能和流程信息的处理效率。UG NX8 为企业提供了“无约束的设计” (Design Freedom)，帮助企业有效处理所有历史数据，并使历史数据的重复使用率最大化，从而避免不必要的重新设计。比较结果显示，与竞争系统相比，UG NX8 的效率提高了 50%。UG NX8 还突破了参数化模型的各种约束，从而缩短了设计时间，减少了可引起巨大损失的错误。由客户提供的比较结果表明，生产能力提高了 20%。另外，一份第三方的报告显示，在工作流程效率测试中，UG NX8 的性能超过了所有主要竞争者。

本书特点

- 完善的知识体系。本书从基础入门到进阶提高再到综合实战，以分模块类型的方式编排，采用阶梯式教学方法，对软件架构、应用方向和命令应用，都作了详尽的解析，可逐步提高读者的使用能力，方便查找具体功能的实现方向。
- 从入门到精通进阶。本书对 UG NX8 功能介绍循序渐进、通俗易懂、易于入手。“入门”体现于零起点起步的第一步台阶；“实战演练”的实用案例或典型实例串起多个功能点，是提高应用水平的第二步，也是连接入门与精通的阶梯；最后一章的复杂案例，对产品设计流程进行全面讲解，是迈向专家行列的台阶。
- 强大的视频引导。本书附赠光盘包含实例的多媒体教学演示，其简便的控制按钮、翔实的步骤提示和操作总结，使读者在不经意间快速掌握软件的应用要领。
- 注重实践、强调实用。本书共有 80 多个不同复杂程度、由浅入深的实例。这些实例展示了 UG 的具体应用。书中众多的提示信息，是作者利用 UG 进行产品设计开发的经验总结，有助于读者提高使用 UG 的工作效率。

本书主要内容

- 第 1 章 (UG NX8 概述)：介绍了 UG 的发展简史、应用模块、运行环境要求以及软件安装。



- 第2章 (初识UG NX8): 讲述了UG NX8的操作环境、参数设置、文件操作、显示方式、选择模式、文件转换以及坐标系等相关操作。
- 第3章 (二维曲线): 主要介绍了UG NX8中各种空间曲线的创建方法,如直线、圆弧、文本、样条曲线、矩形等,以及各种曲线的编辑操作。
- 第4章 (草图创建): 详细介绍了零件设计中最为重要的草绘截面模块,以及其相关绘图模式和操作。
- 第5章 (实体建模): 详细介绍了基准面的创建方法,以及创建实体特征最为常用的拉伸、回转体、孔、刀槽、凸台、凸垫、凸起、键槽、三角肋、管道等特征的创建与编辑方法。
- 第6章 (自由曲面): 详细介绍了常用的直纹面、通过曲线组、通过曲线网格、艺术曲面、截面曲面等创建方法。
- 第7章 (装配): 介绍了装配的基本操作与方法,了解并掌握常用的装配关系类型、装配步骤和参数设置,对装配后的组件进行编辑,以及装配爆炸图的创建及编辑。
- 第8章 (工程图绘制): 讲解了如何在UG NX8中创建完整的工程图,包括各种视图的创建、视图的编辑、尺寸标注等工程图细节操作。

本书配套光盘

本书配套光盘提供了所有实例配套的模型文件以及全程实例操作的高清视频教学文件。结合书中的内容,通过实际操作与视频教学辅助,读者可以轻松地掌握UG NX8。

与我们联系

本书由暴风创新科技组织策划,刘伟编写,参加编写工作的人员还有周中华、刘江洪、张洁、徐琨、陈永辉、莫冬梅、李儒汉、钟华新、黄廖槐、吴丰珍、李兴发、杨艺、向开华、付小天、陈智勇、钟建国等,在此一并表示衷心的感谢!尽管我们倾力相注,精心而为,但由于时间仓促,加之水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请读者批评指正,我们定会全力改进。

E-mail: editor.liu@gmail.com

暴风创新科技
2011年12月

目录

第 1 章 UG NX8 概述	1
1.1 UG 简介	2
1.2 UG NX8 的运行环境要求	2
1.3 UG 产品的建模功能	3
第 2 章 初识 UG NX8	5
2.1 UG 工作环境	6
2.1.1 UG 工作界面	6
2.1.2 进入功能模块	8
2.1.3 工具栏的定制	10
2.2 UG 基本操作	12
2.2.1 文件操作	12
2.2.2 显示基本操作	14
2.2.3 图层操作	16
2.2.4 过滤器	17
2.2.5 “类选择”对话框	18
2.2.6 快速选择	18
2.3 UG 系统参数的设定	19
2.3.1 设置工作区背景	19
2.3.2 设置草图标注文字大小	22
2.4 UG 常用工具	23
2.4.1 坐标系	23
2.4.2 点构造器	29
2.4.3 平面工具	30
2.5 数据交换	31
2.5.1 导出	31
2.5.2 导入	34
2.6 技能点拨	35
2.6.1 UG 中鼠标的使用	35
2.6.2 层的使用规范和技巧	36
第 3 章 二维曲线	38
3.1 曲线功能概述	39
3.2 基本曲线绘制	39
3.2.1 创建直线	40
3.2.2 创建圆弧/圆	41



3.2.3	直线和圆弧	46
3.2.4	绘制矩形	47
3.2.5	艺术样条	48
3.2.6	创建文本	51
3.3	曲线操作	57
3.3.1	偏置	57
3.3.2	面中的偏置曲线	60
3.3.3	桥接曲线	64
3.3.4	创建圆形圆角曲线	67
3.3.5	连结曲线	68
3.3.6	投影曲线	69
3.3.7	组合投影	72
3.3.8	镜像曲线	75
3.3.9	相交曲线	76
3.3.10	截面曲线	79
3.3.11	抽取曲线	82
3.4	曲线编辑	84
3.4.1	编辑曲线参数	85
3.4.2	修剪曲线	87
3.4.3	修剪拐角	90
3.4.4	分割曲线	92
3.4.5	编辑圆角	95
3.4.6	拉长曲线	97
3.4.7	编辑弧长	98
3.5	综合实例	100
3.6	技能点拨	104
3.6.1	曲线功能的作用	104
3.6.2	曲线的参数化	104

第4章 草图创建 106

4.1	草图概述	107
4.2	创建和进入草图	108
4.2.1	创建草图	108
4.2.2	进入现有草图	111
4.3	创建草图曲线	111
4.3.1	草图曲线工具栏	112
4.3.2	创建轮廓曲线	112
4.3.3	创建直线	116
4.3.4	创建圆弧	118
4.3.5	创建圆	119
4.3.6	创建圆角	120
4.3.7	创建矩形	122
4.3.8	椭圆	123
4.3.9	创建正多边形	125
4.3.10	艺术样条	126
4.3.11	快速修剪	127
4.3.12	快速延伸	128
4.3.13	制作拐角	128

4.4	草图操作	129
4.4.1	“草图操作”工具栏	129
4.4.2	偏置曲线	129
4.4.3	镜像曲线	130
4.4.4	创建派生的线条	131
4.4.5	相交曲线	133
4.4.6	添加现有的曲线	135
4.4.7	交点	135
4.4.8	投影曲线	136
4.5	草图约束	137
4.5.1	草图约束工具栏	137
4.5.2	尺寸约束	137
4.5.3	几何约束	140
4.6	综合实例	144
4.7	技能点拨	151
4.7.1	草图创建步骤	151
4.7.2	草图颜色的含义	152

第5章 实体建模 154

5.1	实体建模概述	155
5.2	基准特征	155
5.2.1	基准平面	156
5.2.2	基准轴	159
5.2.3	基准坐标系	162
5.2.4	创建点	163
5.3	设计特征	164
5.3.1	拉伸	164
5.3.2	回转	167
5.3.3	孔	170
5.3.4	凸台	171
5.3.5	腔体	174
5.3.6	垫块	178
5.3.7	键槽	181
5.3.8	开槽	186
5.3.9	螺纹	190
5.4	关联复制	193
5.4.1	抽取体	193
5.4.2	阵列面	196
5.4.3	镜像特征	199
5.4.4	实例几何体	201
5.5	组合	203
5.5.1	布尔操作	204
5.5.2	缝合	205
5.6	修剪	207
5.6.1	修剪体	208
5.6.2	拆分体	210
5.6.3	修剪片体	210
5.6.4	分割面	213

5.7	偏置\缩放	216	6.5.2	延伸	301
5.7.1	抽壳	217	6.5.3	轮廓线弯边	303
5.7.2	加厚	219	6.6	编辑曲面	306
5.7.3	偏置面	221	6.6.1	移动定义点	306
5.8	细节特征	221	6.6.2	移动极点	310
5.8.1	边倒圆	222	6.6.3	边界	311
5.8.2	面倒圆	224	6.6.4	更改阶次	314
5.8.3	软倒圆	228	6.6.5	更改边	314
5.8.4	倒斜角	229	6.6.6	使曲面变形	317
5.8.5	拔模	232	6.6.7	变换曲面	319
5.9	编辑特征	234	6.7	综合实例	321
5.9.1	编辑特征参数	235	6.8	技能点拨	325
5.9.2	编辑定位	238	6.8.1	自由曲面的创建过程	325
5.9.3	移动特征	239	6.8.2	自由曲面的构造方法	326
5.9.4	特征重排序	240	6.8.3	创建自由曲面的基本原则	326
5.9.5	特征替换	240			
5.9.6	抑制特征	241	第 7 章 装配	328	
5.9.7	取消抑制特征	242	7.1	装配概述	329
5.9.8	由表达式抑制	242	7.1.1	装配术语	329
5.9.9	移去特征参数	243	7.1.2	引用集	330
5.9.10	特征回放	243	7.1.3	替换引用集	332
5.10	综合实例	244	7.2	组件	333
5.11	技能点拨	252	7.2.1	添加组件	333
5.11.1	实体造型特点	252	7.2.2	创建新组件	334
5.11.2	用户定义特征	252	7.2.3	替换组件	343
			7.2.4	创建组件阵列	343
			7.2.5	镜像装配	344
第 6 章 自由曲面	256		7.2.6	抑制组件制	347
6.1	自由曲面特征概述	257	7.3	组件位置	347
6.1.1	自由曲面的常用概念	257	7.3.1	移动组件	347
6.1.2	自由曲面的相关工具栏	257	7.3.2	装配约束	349
6.2	曲面	258	7.3.3	组件间隙分析	356
6.2.1	通过点	259	7.4	爆炸图	356
6.2.2	从极点	262	7.4.1	建立爆炸图	357
6.2.3	从点云	262	7.4.2	产生爆炸效果	357
6.3	网格曲面	265	7.4.3	编辑爆炸图	359
6.3.1	利用“直纹”方式创建曲面	266	7.5	综合实例	362
6.3.2	通过曲线组	269	7.5.1	手动气阀的建模	362
6.3.3	通过曲线网络	273	7.5.2	手动气阀装配	368
6.3.4	艺术曲面	276	7.6	技能点拨	371
6.3.5	截面	278	7.6.1	装配导航器	372
6.3.6	N 边曲面	282	7.6.2	UG 装配操作步骤	374
6.4	扫掠	285			
6.4.1	样式扫掠	286	第 8 章 工程图绘制	375	
6.4.2	扫掠	290	8.1	工程制图模块概述	376
6.4.3	变化扫掠	293	8.2	工程制图参数的设置	377
6.4.4	管道	296	8.2.1	设置栅格和工作平面	378
6.5	弯边曲面	298			
6.5.1	规律延伸	299			



8.2.2	设置工程制图参数	379	8.5.4	视图相关编辑	419
8.2.3	设置注释参数	381	8.5.5	编辑截面线	423
8.2.4	设置截面线显示参数	386	8.6	工程图标注	427
8.2.5	设置视图显示参数	388	8.6.1	尺寸标注	428
8.3	图纸页操作	392	8.6.2	形位公差标注	431
8.3.1	新建图纸页	392	8.6.3	文本	432
8.3.2	打开图纸页	395	8.6.4	粗糙度	432
8.3.3	编辑图纸页	396	8.6.5	标注工程图实例	434
8.4	创建视图	396	8.6.6	插入表格	437
8.4.1	添加视图	397	8.7	添加图框和输出工程图	438
8.4.2	剖视图	402	8.7.1	添加图框	438
8.4.3	半剖视图	405	8.7.2	输出工程图	441
8.4.4	旋转剖视图	407	8.7.3	转换工程图	441
8.4.5	局部剖视图	410	8.8	综合实例	442
8.5	编辑视图	413	8.9	技能点拨	447
8.5.1	移动或复制视图	414	8.9.1	工程制图的一般过程	447
8.5.2	对齐视图	417	8.9.2	主模型概念	448
8.5.3	边界	418			

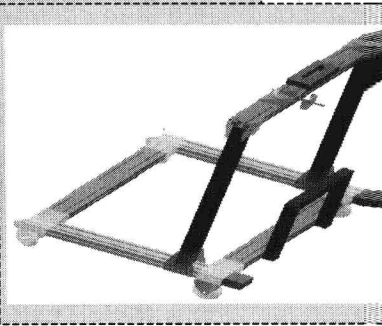
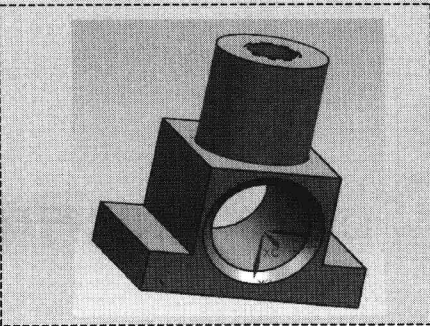
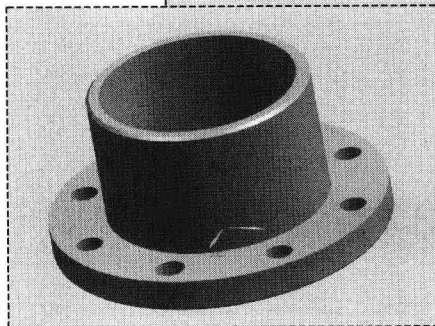
第1章

UG NX8 概述

UG 是美国 EDS 公司推出的一套集 CAD/CAE/CAM 于一体的三维参数化软件系统，它是当今世界上最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件之一。本章将概要性地对 UG 加以介绍。

重点与难点

- UG 产品概述
- UG NX8 的运行环境要求
- UG 产品的建模功能





1.1

UG 简介



UG (Unigraphics NX) 是 Siemens PLM Software 公司出品的一个产品工程解决方案, 它为用户的产品设计及加工过程提供了数字化造型和验证。它是当今世界上最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件之一。它的功能覆盖了从概念设计到产品生产的整个过程, 广泛应用于航空、航天、汽车、造船、通用机械和电子等行业领域。它提供了强大的实体建模技术和高效能的曲面建构能力, 能够完成最复杂的造形设计。除此之外, 装配功能、2D 打印功能、模具加工功能及与 PDM 之间的紧密结合, 使得 UG 在工业界成为一套无可匹敌的高级 CAD/CAM 系统。Unigraphics NX 针对用户的虚拟产品设计和工艺设计的需求, 提供了经过实践验证的解决方案。UG 同时也是用户指南 (user guide) 和普遍语法 (Universal Grammer) 的缩写。

UG CAD/CAM/CAE 系统提供了一个基于过程的产品设计环境, 使产品开发从设计到加工真正实现了数据的无缝集成, 从而优化了企业的产品设计与制造。UG 面向过程驱动的技术是虚拟产品开发的关键技术; 在面向过程驱动技术的环境中, 用户的全部产品以及精确的数据模型能够在产品开发全过程的各个环节保持关联, 从而有效地实现了并行工程。

该软件不仅具有强大的实体建模、曲面建模、特征建模、虚拟装配和产生工程图等设计功能, 而且, 在设计过程中可进行有限元分析、机构运动分析、动力学分析和仿真模拟, 以提高设计的可靠性。另外, 可用所建立的三维模型直接生成数控代码来用于对产品的加工, 其后处理程序支持多种类型的数控机床。

1.2

UG NX8 的运行环境要求



了解 UG NX8 对计算机硬件及软件的要求。

1. 硬件要求

- CPU：建议使用频率在 2.0GHz 以上的 CPU。
- 硬盘：硬盘可以使用的空间最小为 8GB。
- 内存：建议内存具有 1GB，如果需要运行大容量的部件文件，建议内存具有 2G 及更高。
- 显卡：显卡显存最低为 256MB，建议使用 512MB 或 1GB。
- 光驱：CD-ROM 或 DVD-ROM。
- 鼠标：强烈建议使用三键式鼠标（中键为滚轮式）。

2. 软件要求

运行于 Windows Vista、Windows XP、Windows 7 的操作系统中，NX 8 不能在 Windows 2000 中运行。

1.3

UG 产品的建模功能



UG 软件将基于约束的特征建模技术和传统的几何建模技术相结合，具有极为强大的建模功能。

1. 实体建模

在 UG 中可以进行二维模型和三维模型的草图设计、各种曲线的生成和编辑、扫描实体和旋转实体建模，以及参数化设计等实体建模工作。

2. 曲面建模

UG 同时具有强大的曲面建模能力，可以实现直纹面、扫描面、自由曲面的建模，而且能够实现曲线广义扫描、动态调整曲面以及曲面编辑等功能。

3. 特征建模

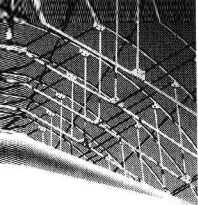
UG 特征建模模块提供了各种标准特征的设计，如孔、键槽、腔体、方形、圆形、凸台、圆柱、方块、圆锥、球体、管道、杆、圆角和倒角等设计，另外，特征扩展包括特征拉伸、特征旋转、特征扫描等。

4. 装配建模

UG 装配建模模块主要提供了以下几种功能。

- 装配导航。
- 参数化装配建模。





- 坐标系定位。
- 定义不同零件和组件间的参数关系。
- 标准件库调用。
- 直接访问零件或自装配件。
- 统计零件装机数量。
- 生成支持汉字的装配明细表。
- 装配干涉检查功能。
- 管理、共享和检查用于确定复杂产品布局的数字模型。

5. 工程制图

UG 工程制图模块可以使工程设计者方便地从三维模块中获得二维图形。UG 提供了自动视图布置、剖视图、各向视图、局部放大图、局部剖视图、自动或者手工尺寸标注、视图手工编辑、装配图剖视、爆炸图、形位公差、粗糙度标注和明细表自动生成等工程制图工具。

6. 工业设计

UG 工业设计模块提供了材料和纹理设置、光源设置和动画制作等功能，能够产生视觉效果并渲染成产品图片。

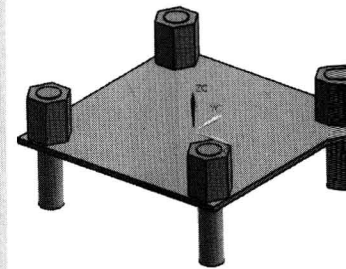
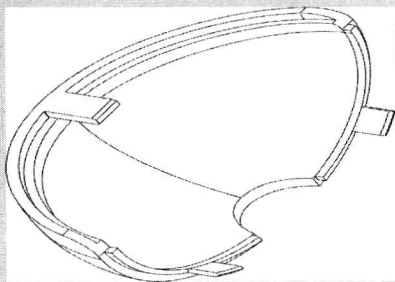
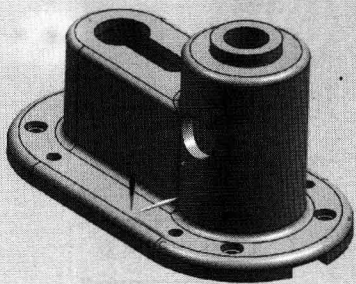
第2章

初识 UG NX8

要想熟练地使用 UG 进行建模，首先需要了解 UG 的工作环境、基本操作和常用工具。本章将依次介绍 UG 工作环境、UG 基本操作、UG 系统参数设定和 UG 常用工具。具体内容包括功能模块的进入、工具栏定制、坐标系操作、图层操作、背景参数设置点构造器工具、平面工具等。

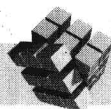
重点与难点

- UG 工作环境
- UG 基本操作
- UG 系统参数的设定
- UG 常用工具
- 数据交换



2.1


UG 工作环境



本节主要介绍 UG 工作界面以及功能模块的进入。

2.1.1 UG 工作界面

启动 UG 的方法是：依次选择“开始”→“程序”→“Siemens NX 8.0”→“NX 8.0”命令。

为了说明 UG 工作窗口的组成，需要打开一个文件，并进入建模模块。方法是在 UG 环境中单击“打开”按钮  打开选择文件对话框，打开光盘中的 sample\chap2\0\2_0 文件，单击 OK 按钮打开该文件。选择“开始”→“建模”命令进入建模模块，这时将显示如图 2-1 所示的 UG 主工作窗口。

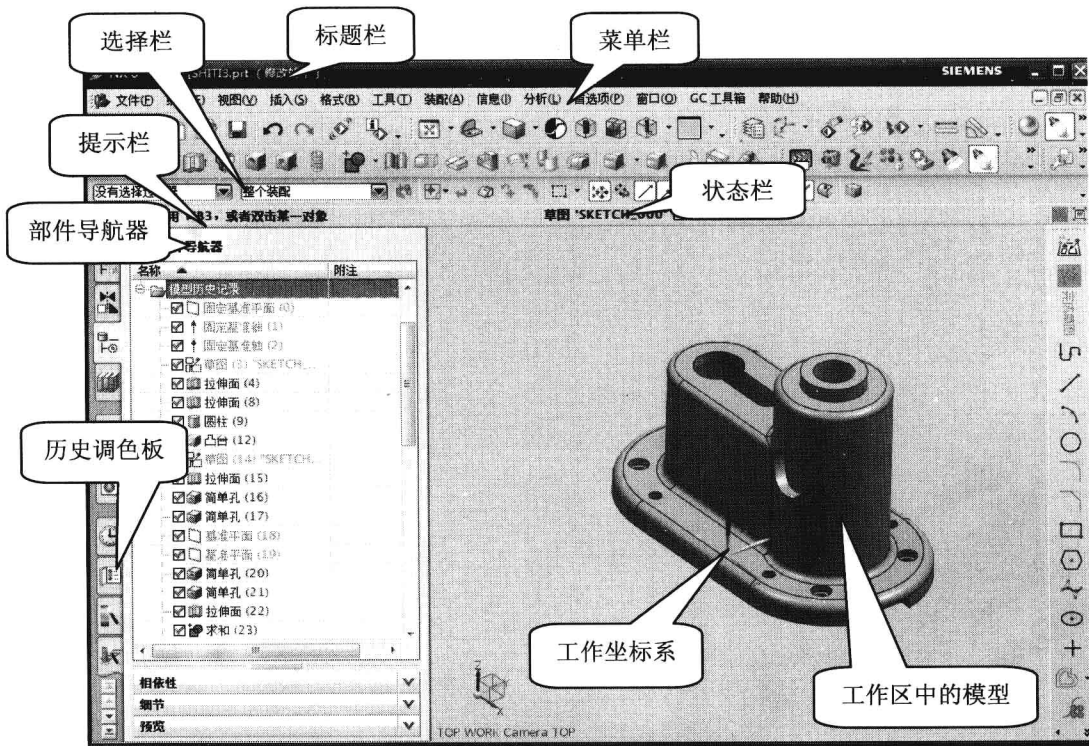


图 2-1 UG 主工作窗口

在UG的主工作窗口中，主要包括标题栏、菜单栏、工具栏、工作区、提示栏、状态栏、选择栏、图层工作区、工作坐标系和历史调色板等几部分，分别介绍如下。

1. 标题栏

标题栏用于显示软件版本、当前使用者应用模块的名称及文件名等信息，如图2-2所示。



图 2-2 标题栏

2. 菜单栏

菜单栏用于调用UG各功能模块和调用各执行命令，以及对UG系统的参数进行设置，如图2-3所示。

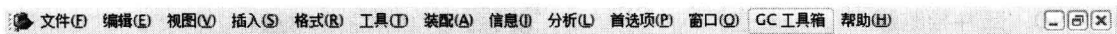


图 2-3 菜单栏

3. 工具栏

工具栏主要用来提供命令工具按钮，使命令操作更加快捷。每个工具按钮都对应不同的菜单命令。UG中有许多工具栏，图2-4所示是“曲线”工具栏。

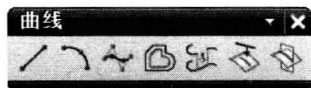


图 2-4 “曲线”工具栏

4. 工作区

工作区是绘图工作的主区域，占据了屏幕的大部分空间，如图2-5所示。

5. 提示栏

提示栏主要用来提示用户如何操作。执行每个命令步骤时，系统都会在提示栏中显示用户必须执行的动作，或者提示用户下一个动作，如图2-6所示。

6. 状态栏

状态栏主要用来显示系统及图元的状态，如图2-7所示。

7. 选择条

选择条主要用来对类型、图层、颜色等进行方便的过滤选择，如图2-8所示。

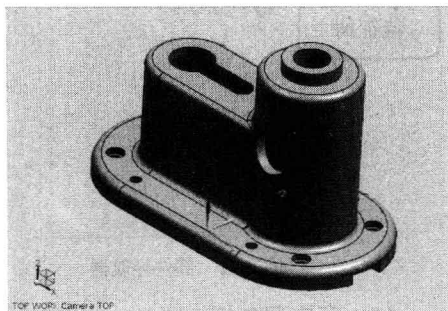


图 2-5 绘图区

选择对象并使用 MB3，或者双击某一对象

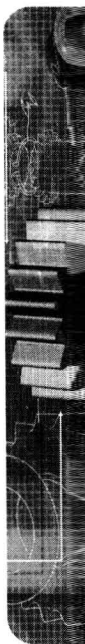
图 2-6 提示栏

Restore data was reset by this operation

图 2-7 状态栏

没有选择过滤器

图 2-8 选择条



8. 图层工作区

图层工作区用于显示当前工作的图层，同时也可以对图层进行操作，如图 2-9 所示。

9. 工作坐标系

UG 图形界面中的工作坐标系统为 WCS，即工作坐标系统。在工作图区中，会出现一个坐标，用于显示用户现行的工作坐标系统，如图 2-10 所示。



图 2-9 工作图层



图 2-10 工作坐标系

10. 部件导航器

部件导航器用于显示建模过程中的记录，是零件的特征树，如图 2-11 所示。

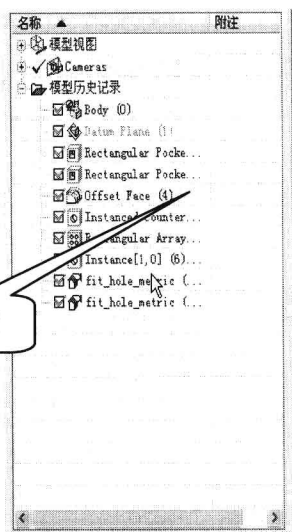


图 2-11 部件导航器

11. 历史调色板

在历史调色板中可以选择最近打开的文件，如图 2-12 所示。

提示

图 2-12 所示是 UG 的建模模块工作环境。进入不同的工作模块，工具栏以及工作区的显示都会不一样。

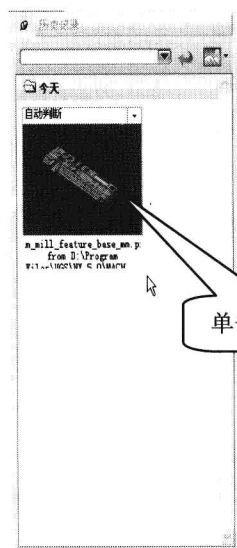


图 2-12 历史调色板

2.1.2 进入功能模块

UG 提供了许多模块，其功能主要由这些模块提供。UG 的模块按功能开关的形式集中在如图 2-13 所示的“开始”菜单中，这些主要的模块有建模、外观造型设计、制图、加工、装配等。